

ESTUDIOS PARA LA FERTILIZACIÓN DEL TABACO TIPO BURLEY EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN

Abel E. Villares, Miguel A. Morandini, Carlos F. Hernández, Alberto Duran y Mónica Coronel
Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres. Tucumán, Argentina.
eavillares@eeaoc.org.ar

Introducción

El estudio de la fertilización adecuada del tabaco tipo Burley tiene importancia para la aplicación de macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en las cantidades requeridas por el cultivo, según las características de los suelos, con la finalidad de lograr altos rendimientos por hectárea y una calidad de las hojas aceptada en el mercado nacional e internacional.

Al igual que otros estudios realizados en diferentes zonas tabacaleras, el presente trabajo evalúa el efecto de la fertilización en el cultivo del tabaco, con una determinación primaria del conocimiento de los suelos en los que se efectuaron las experiencias.

El propósito del presente trabajo fue establecer niveles que permitan emplear nuevos criterios de fertilización en tabaco Burley, considerando que las recomendaciones sobre fertilización son desarrolladas sobre bases del conocimiento de los contenidos de nutrientes en el suelo, y de la importancia que dichas operaciones tengan sobre los diferentes indicadores de la evolución económica del cultivo; rendimiento cultural, calidad industrial, costos y aplicación de fertilizante, riesgo y efectos ambientales.

Antecedentes

Sobre el abonado del tabaco Burley podemos remontarnos a la época de expansión del cultivo en España, donde en suelos de regadío y de secano de las zonas cantábrica, andaluza, de Levante y Extremadura se hacían agregados de estiércol de granja complementados con adecuadas dosis de potasa y superfosfato. El N era proporcionado como nitrato de cal en tierras pobres en caliza y el ácido fosfórico con escorias Thomas. La potasa se suministraba en forma de sulfato. En las zonas de riego, el abono orgánico se aplicaba al voleo incorporado con una labor de vertedera, en otoño al finalizar el ciclo del cultivo. A fines de invierno y en la primavera se hacían labores superficiales, y previamente a la última, que se realizaba quince o veinte días antes del trasplante, podía hacerse la adición de los abonos minerales. Si se lo cultivaba como segunda cosecha, inmediatamente después de otros cultivos, se incorporaban los rastrojos aplicando con esa labor los abonos o fertilizantes químicos (de Montero y García de Valdivia, 1942).

Experiencias conducidas por la Universidad de Ten-

nessee para observar la respuesta del tabaco Burley a la irrigación y al incremento de N, indican que las prácticas de riego del cultivo pueden influir en los rendimientos de lotes tratados con N, pero en la mayoría de los casos no encontraron diferencias significativas entre tratamientos irrigados y no irrigados. Sin embargo, el rendimiento incrementó con altas aplicaciones de N en las parcelas irrigadas, sin observarse una significativa interacción entre irrigación y N (Parks et al., 1963).

En los Estados Unidos consideran al N como el elemento que más influencia tiene en los rendimientos y calidad del tabaco (Tobacco Information, 1985). El exceso de N conduce también al aumento de pérdidas por enfermedades fúngicas, tales como *Alternaria longipes* y puede afectar la combustibilidad (Choteau y Fauconnier, 1993). Otras publicaciones (Tobacco Handbook, 1981 y Furney, 1984) recomiendan para tabaco Burley cantidades de N que van desde 150 kg/ha (para los suelos más ricos) hasta 300 kg/ha (para los más pobres).

Choteau y Fauconnier (1993) destacan incrementos significativos hasta 480 kg/ha de N, originando hojas más anchas y finas (menor peso por unidad de superficie). Las deficiencias de N producen un humo sin sabor, relacionado al equilibrio entre azúcares y proteínas. Aplicaciones de N en forma de nitratos hasta 240 kg/ha, mejoraron la combustibilidad de tabaco, resultante de una mayor acumulación de K y menor absorción de sulfatos y cloruros (conocido como principio de equilibrio aniónico) (Andersson y Rodríguez, 1995).

Las experiencias conducidas para determinar la eficacia de la fertilización fosforada empleando el fertilizante 9,5-24-21 (N-P₂O₅-K₂O), indican incrementos en el margen hasta dosis de 100 kg/ha de P (Andersson, 1996), pudiendo en este caso haber influido el incremento de N. El rango óptimo de pH para una disponibilidad óptima de P se extiende entre 5 y 6; pudiendo ocurrir una insolubilización a valores superiores (Choteau y Fauconnier, 1993).

Valores normales de K en las hojas de tabaco oscilan entre 2% y 8% de K₂O de la materia seca, síntomas de deficiencia se manifiestan con valores de 3% y en forma severa por debajo de 2% (Choteau y Fauconnier, 1993). El efecto del K tiene mayor importancia en la calidad del tabaco Burley que en los rendimientos. La combustibilidad de las hojas inferiores, medias y

superiores es mayor al incrementar el contenido de K en la hoja (Figueroa, 1997).

Tanto la perfección de la combustión, medida por el color de la ceniza como su duración (combustibilidad), están gobernadas ampliamente por el carácter, cantidad y proporción de las sales minerales que contiene el tabaco, las más importantes de las cuales son las de K. La ceniza coloreada coincide invariablemente con las menores concentraciones de K. Por otro lado, al aumentar mucho el contenido de este elemento en hoja, la ceniza se vuelve progresivamente más oscura. En realidad, la coloración depende primariamente de la relación Ca/K (Márquez Jiménez, 1977). En la práctica, la competencia más importante es entre K y Ca, por ello en suelos con altos contenidos de Ca, se recomiendan fertilizaciones con alto contenido de K (Choteau y Fauconnier, 1993).

Experiencias conducidas en la provincia de Misiones, en un suelo de las siguientes características: pH 6,05, M.O. 5,75%, N total 0,39%, Ca 20 meq/100 g, Mg 3,42 meq/100 g, K 1 meq/100 g, P 10,3 mg/kg (Bray-Kurtz II), CIC 24,6 meq/100 g, Arena 27%, Limo 41%, y Arcilla 31%, donde se realizó una fertilización de base de 600 kg/ha de 9,5-24-21 y diferentes aplicaciones de 15-0-15 entre 200 y 800 kg/ha, indican que con la variedad Kentucky 10 se lograron incrementos del rendimiento en un 18% y del 20% en el valor del producto. Con la variedad B21 se lograron incrementos del 27% en el rendimiento y del 77% en el valor del producto, lográndose incrementos del porcentaje de nicotina en lámina C y los grados de calidad comercial a medida que aumentó la dosis de fertilizante. En la variedad B21 se lograron mayores grados de fumado con la dosis de 200 y 800

kg/ha de 15-0-15 (Andersson y Rodríguez, 1995). En otras experiencias se lograron las mayores respuestas al N en suelos boscosos y, en algunos suelos recientemente desmontados, el fertilizante llegó a desmejorar la calidad del tabaco, destacando además que en plantaciones tempranas el N es muy eficiente para retrasar la floración, considerando que en estas plantaciones se deberían incrementar las dosis utilizadas. Otros trabajos realizados en Misiones por Nobleza Piccardo, citado por Andersson y Rodríguez (1995), demostraron que los mayores rendimientos se lograron con 140 a 280 kg/ha de N, los mayores valores de índice de grado se dieron a partir de los 140 kg/ha de N, por lo que recomiendan no trabajar con menos de 100 kg/ha de N.

Las experiencias conducidas en Tucumán en 8 localidades de la zona tabacalera, indican que se lograron incrementos de rendimientos del 14% con dosis de 50 kg de N/ha y, en determinados suelos, se lograron rendimientos significativamente mayores con 100 kg/ha de N. El P y el K incrementaron ligeramente la combustibilidad (Aso y Girginer, 1979). Otras experiencias conducidas en conjunto con la Comisión Asesora de Instituciones Técnicas y Empresas Privadas para el Desarrollo Tecnológico del Tabaco tipo Burley (CAITEP), indican respuesta del tabaco Burley a la fertilización nitrogenada, independientemente de la fuente usada, lográndose incrementos de rendimientos del 23% con dosis de 124 kg/ha de N. Las fuentes amoniacales de N, urea, sulfato de amonio y 18-46-0 produjeron mayores contenidos de N (proteínas) y menores de K en las hojas de tabaco que los fertilizantes nítricos y nítricos amoniacales (Aso et al., 1992).

Tabla 1. Tratamientos del diseño experimental conducido en la Sub-Estación La Invernada.

| Tratamiento | Dosis (kg/ha) | | |
|-------------|---------------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 50 |
| 3 | 0 | 0 | 140 |
| 4 | 0 | 140 | 0 |
| 5 | 0 | 140 | 50 |
| 6 | 0 | 140 | 140 |
| 7 | 100 | 0 | 0 |
| 8 | 100 | 0 | 50 |
| 9 | 100 | 0 | 140 |
| 10 | 100 | 140 | 0 |
| 11 | 100 | 140 | 50 |
| 12 | 100 | 140 | 140 |
| 13 | 150 | 0 | 0 |
| 14 | 150 | 0 | 50 |
| 15 | 150 | 0 | 140 |
| 16 | 150 | 140 | 0 |
| 17 | 150 | 140 | 50 |
| 18 | 150 | 140 | 140 |

Materiales y métodos

Durante cuatro campañas, se realizaron diseños experimentales en la Sub-Estación La Invernada (Tabla 1) con 18 combinaciones de dosis de fertilizantes. Durante estas campañas también se analizaron los datos de 28 macroparcels en fincas de productores, para observar y analizar la respuesta del tabaco a aplicaciones de N y NPK (Tabla 2).

En todos los lotes se tomaron muestras compuestas de suelo en el momento previo a la plantación. El tabaco fue plantado en la primera quincena de setiembre en dos años y en la segunda quincena de setiembre en los dos años siguientes. En las fincas de productores, la plantación se efectuó con diferentes variedades y fechas de plantación, siempre dentro del mes de setiembre. La fertilización se realizó en todos los casos dentro de los diez días posteriores a la plantación y se realizaron labores de cultivo en la trocha, riegos y las prácticas específicas del tabaco.

En el momento previo a la floración, se tomaron muestras de hojas para análisis foliares de nutrientes; el N fue determinado por el método de Kjeldahl, el K por fotometría de llama y el P por colorimetría con amino naftol sulfónico.

Las parcelas experimentales comprendieron 4 líneas de 12 metros de largo de las cuales se cosecharon las líneas centrales; los valores de rendimientos son potenciales, completando el número de plantas por parcela útil de cosecha.

En las fincas de productores se tomaron muestras en

galpones de "curado", de varillas correspondientes a las macroparcels de N y NPK, en 6 grupos de 6 varillas de plantas cada una, en cada parcela.

Una vez curado el tabaco, se procedió al despalillado por posiciones y luego fue clasificado, determinando rendimientos por ha, calidad indicada por el Índice de Grado y el Índice de Valor Agronómico:

$$\text{Índice de Grado} = \text{Precio Promedio} / \text{Precio CIF (mejor clase)} \times 100$$

$$\text{Índice de Valor Agronómico} = \text{Rendimiento} / \text{ha} \times \text{Índice de grado}$$

Para evaluar parámetros de calidad industrial, se tomaron muestras de diferentes pisos foliares de las muestras de las macroparcels para el análisis de nutrientes N, P, K y elementos químicos en hojas, alcaloides totales, nicotina, nor nicotina, bases volátiles totales, empleando los métodos oficiales de AOAC International, extractos en éter de petróleo y cenizas para los cuales se emplearon los métodos de Phillips y Bacot sobre composición química del tabaco.

A los resultados de rendimientos, calidad e índice de valor agronómico de cada tratamiento se les realizó un análisis de varianza y se los ordenó por tratamiento de fertilización. También se evaluaron las interacciones entre nutrientes para el rendimiento y la calidad. Para la separación de medias se utilizó el test de Tukey con un $\alpha=0.05$.

Una vez calculada la significancia estadística ($\alpha=0.05$), determinamos si el tratamiento fue rentable, calculando la relación Beneficio/Inversión,

Tabla 2. Fechas de plantación y variedades en los ensayos de La Invernada y en las macroparcels de productores.

| Sitio | Fecha de plantación | Variedad |
|--------------------|---------------------|----------|
| La Invernada | | |
| 97-98 | 12-09-97 | TN90 |
| 98-99 | 15-09-98 | TN90 |
| 99-00 | 25-09-99 | Ky8959 |
| 2000-01 | 20-09-00 | Ky907 |
| Macroparcels | | |
| Alto el Puesto ALV | 11-09-99 | TN90 |
| Domingo Millán ALV | 1-09-99 | TN90 |
| Graneros RIS | 5-09-99 | KY10 |
| El Porvenir GAR | 10-09-99 | KY8959 |
| Los Pizarros SIG | 30-09-99 | TN90 |
| La Florida POB | 8-09-99 | TN90 |
| Alto El Puesto LEI | 5-10-99 | KY10 |
| La Invernada DEL | 20-09-99 | TN90 |
| Alto El Puesto IBA | 18-09-00 | Ky8959 |
| La Calera IBA | 20-09-00 | TN90 |
| Los Pizarros LAZ | 27-09-00 | TN90 |
| Marapa MEN | 13-10-00 | Ky8959 |
| La Cocha MAN | 2-10-00 | TN90 |
| Domingo Millán GOM | 10-09-00 | Ky17 |
| Domingo Millán GRA | 12-09-00 | Ky907 |

considerando como beneficio la diferencia en pesos de cada combinación de dosis de fertilizantes con respecto al testigo y a la inversión como el costo del fertilizante. La significancia estadística del efecto del tratamiento no siempre significa que la nueva práctica a adoptarse o el nuevo producto a usarse sean rentables. Por otro lado, el efecto de un tratamiento que no produce significancia estadística puede ser significativo desde el punto de vista económico. La significancia económica ocurre cuando el valor promedio del efecto del tratamiento es mayor que el costo del tratamiento (Hicks et al., 1997). Para evaluar la significancia económica del tratamiento consideramos la respuesta promedio en kilogramos de los cuatro años, el precio promedio por kilogramo de tabaco y el costo de cada dosis.

Para los casos de significancia económica y significancia estadística consideramos, sobre el Índice de Valor Agronómico, el rango como una medida de dispersión, indicadora del riesgo, ya que este valor indica la variabilidad de ingresos para cada dosis en los cuatro años de estudio. Como ayuda para la toma de decisión, se calcula el riesgo anual para las dosis de menor dispersión, considerando el costo de la dosis sobre el ingreso producido por efecto de la dosis de fertilizantes.

Resultados

Rendimiento

El análisis conjunto de los 18 tratamientos durante cuatro campañas en La Invernada indica diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 3). El tabaco fertilizado con N, NP, NK y NPK produjo mayores rendimientos que el testigo y los tratamientos fertilizados con P y/o K. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos fertilizados con N, independientemente que hayan sido fertilizados con P

y K, a excepción del tratamiento 7 con 100 kg N/ha que produjo un rendimiento significativamente menor que el resto de los tratamientos fertilizados con N, P y K, pero sin diferencias con el tratamiento 12 con 100, 140 y 140 kg/ha de N, P y K, respectivamente.

El análisis de rendimiento del tabaco con diferentes dosis de N indicó diferencias no significativas entre los tratamientos con dosis de 100 y 150 kg de N por ha y diferencias significativas con el testigo sin fertilizar.

El tabaco no respondió significativamente a la fertilización con P y K en suelos bien provistos de estos elementos, como en el que se llevaron a cabo las experiencias (P 48 mg/kg; K 1,84 meq/100g), observándose diferencias no significativas de rendimiento de tabaco con dosis de 140 kg P/ha, comparada con el testigo y dosis de 50 y 140 kg/ha de K comparadas con el testigo.

El análisis de las interacciones NP y NK sobre el rendimiento del tabaco Burley indicó diferencias significativas entre dosis de nutrientes. Estas diferencias serían atribuidas al efecto del N y no a la interacción de nutrientes sobre el rendimiento, aunque es posible que una vez cubiertas las necesidades de P y K de la planta, se manifieste un incremento del rendimiento en las parcelas que también recibieron N. Las interacciones entre P y K no fueron significativas para la misma variable.

El Índice de Grado fue tomado para clasificar el tabaco por su calidad agronómica; su valor refleja el porcentaje de la mejor clase de tabaco. El N afectó el Índice de Grado comparado con el testigo y no se observan diferencias entre la fertilización con 100 y 150 kg N/ha. El Índice de Grado no manifestó diferencias significativas por el efecto de la fertilización con P o K. Al igual que en el rendimiento, las interacciones entre NP y NK fueron significativas para el Índice de Grado, atribuyéndose al efecto del N. Tampoco se encontraron interacciones significativas entre P y K.

Tabla 3. Rendimiento (promedio 4 años), análisis foliar (1 año) y relación Beneficio/Inversión por efecto del fertilizante en cada tratamiento analizado en los ensayos en La Invernada.

| Tratamiento | Rendimiento (kg/ha) | Análisis foliar (%) | | | B/I (%) |
|-------------|---------------------|---------------------|-------|------|---------|
| | | N | P | K | |
| 1 | 2174 | 3.600 | 0.349 | 5.60 | |
| 2 | 2391 | 3.866 | 0.335 | 5.40 | 2.76 |
| 3 | 2168 | 4.100 | 0.403 | 6.00 | -0.49 |
| 4 | 2260 | 3.878 | 0.384 | 5.20 | 0.9 |
| 5 | 2215 | 3.406 | 0.382 | 5.80 | 0.3 |
| 6 | 2221 | 4.772 | 0.440 | 5.80 | 0.1 |
| 7 | 2713 | 4.626 | 0.373 | 6.40 | 20.6 |
| 8 | 2775 | 4.346 | 0.383 | 6.20 | 9.5 |
| 9 | 2750 | 3.120 | 0.330 | 5.60 | 5.7 |
| 10 | 2866 | 4.413 | 0.391 | 4.80 | 9.4 |
| 11 | 2818 | 4.877 | 0.431 | 5.80 | 6.2 |
| 12 | 2742 | 4.808 | 0.434 | 6.00 | 3.7 |
| 13 | 2749 | 4.880 | 0.479 | 4.60 | 12.9 |
| 14 | 2749 | 5.266 | 0.438 | 5.40 | 8 |
| 15 | 2792 | 4.539 | 0.416 | 5.20 | 5.6 |
| 16 | 2822 | 4.615 | 0.419 | 5.60 | 7.5 |
| 17 | 2804 | 4.928 | 0.488 | 5.40 | 5.9 |
| 18 | 2906 | 5.076 | 0.462 | 6.00 | 4.4 |

Análisis foliar

Los análisis foliares indicaron un valor de 3.97% de N en las hojas de las parcelas sin fertilización y un incremento de 0.80% en las hojas de las parcelas fertilizadas con 100 kg N/ha y de 0.94% en las parcelas fertilizadas con 150 kg N/ha (Tabla 3). La concentración de P en la hoja se incrementó sólo un 0.03% cuando las parcelas se fertilizaron con 140 kg P/ha, con respecto a la concentración de las hojas de las parcelas sin P aplicado de 0.39%. Las parcelas fertilizadas con 50 kg K/ha incrementaron 0.29% la concentración de K en la hoja, mientras que las hojas de las parcelas fertilizadas con 140 kg K/ha presentaron una disminución del porcentaje de K de 0.07% con respecto a las muestras de las parcelas sin K aplicado con una concentración de 5.42%.

Indicadores Económicos

Si bien el tabaco es un cultivo de buenos márgenes económicos, también podemos decir que es un cultivo de altos gastos operativos o costos variables. Por otro lado, existen otros factores importantes a tener en cuenta como la escala de producción y la normal forma de cobro del producto, debido a que influyen en la disponibilidad para la compra de insumos imputables a gastos operativos o costos variables. Se asume un mayor riesgo en la medida que estos costos variables puedan incrementarse de 66 ó 99 \$/ha (Tratamientos 7 y 13), usando N, a 361 ó 400 \$/ha aplicando N, P y K (Tratamientos 12 y 18), con los valores de las dosis tomados en los años que se efectuaron las experiencias (Tabla 4).

La relación Beneficio/Inversión (B/I) por el efecto

Tabla 4. Significancia económica del uso de fertilizante; gasto, rango de índice de valor agronómico y riesgo de los tratamientos en La Invernada.

| Tratamiento | Significancia Económica | Gasto | Rango | Orden de Rango | Riesgo |
|-------------|-------------------------|-------|-------|----------------|--------|
| | \$ | \$ | | | % |
| 1 | | | 109 | | |
| 2 | 168 | 102 | 154 | | |
| 3 | -441 | 286 | | | |
| 4 | -20 | 96 | | | |
| 5 | -147 | 198 | | | |
| 6 | -363 | 382 | | | |
| 7 | 1282 | 66 | 114 | 3 | 5 |
| 8 | 1225 | 146 | 146 | | |
| 9 | 1221 | 262 | 130 | | |
| 10 | 1473 | 177 | 130 | 5 | 12 |
| 11 | 1246 | 244 | 129 | 4 | 20 |
| 12 | 967 | 361 | 143 | | |
| 13 | 1162 | 99 | 151 | | |
| 14 | 1119 | 197 | 111 | 2 | 18 |
| 15 | 1290 | 284 | 131 | | |
| 16 | 1273 | 197 | 124 | | |
| 17 | 1278 | 266 | 132 | | |
| 18 | 1365 | 400 | 98 | 1 | 29 |

fertilizante es diferente en cada caso, dependiendo del precio del fertilizante, las dosis de nutrientes aplicadas, la fuente, los rendimientos y la calidad lograda en el producto que está directamente relacionada con el precio (Tabla 3). Este análisis nos indica que la mayoría de las dosis de fertilizantes son rentables, a excepción de la aplicación de K en 140 kg/ha. La mayor relación Beneficio/ Inversión corresponde a la dosis de N en 100 y 150 kg/ha empleando como fuente nitrato de amonio.

Todas las dosis, a excepción de los tratamientos 3, 4, 5 y 6, tienen significancia económica porque el valor promedio de margen del efecto de las dosis es mayor que el costo de las dosis (Tabla 4). Si ubicamos los tratamientos en una matriz para evaluar la adopción de una dosis de fertilizantes basándose en la significancia estadística y económica, podemos observar que tenemos tratamientos con diferencias estadísticamente significativas y con significancia económica (Tabla 5). Para decidir qué dosis y nutrientes aplicar en suelos similares a los de este ensayo, consideramos los tratamientos que tuvieron significancia estadística y económica. Los tratamientos de menor rango nos indican una menor dispersión del índice de valor agronómico en los cuatro años del estudio. De la selección de los 5 tratamientos de menor rango, calculamos el riesgo que se está dispuesto a asumir para obtener los beneficios indicados en la significancia económica por el efecto del fertilizante (Tabla 5).

Este análisis nos permite observar que si bien la fertilización con NPK (18) indica resultados de índice de valor agronómico menos dispersos (98), es necesario tener la disponibilidad necesaria para la inversión en fertilizante en el momento de realizar esta práctica (\$400) y asumir un mayor riesgo (29%). La fertilización con N (7) tiene un valor de rango de índice de valor agronómico mayor (114), es necesaria una menor disponibilidad en el momento de realizar esta práctica (\$66) y se asume un menor riesgo (5%). La diferencia a favor de la fertilización con NPK es de \$83.

Resultados en lotes comerciales

Para validar los resultados del experimento en La Invernada, se presentan los resultados de lotes co-

Tabla 5. Matriz para evaluar la adopción de una dosis basándose en la significancia estadística del índice de valor agronómico referida al testigo y la significancia económica.

| | | SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA | |
|-------------------------|----|--|----------------|
| | | SI | NO |
| SIGNIFICANCIA ECONÓMICA | SI | (18,17,10,9,11,15, 8,7,16,14,12,13) A* | 2 B |
| | NO | | (5, 4, 6, 3) C |

* Los tratamientos fueron ordenados según la separación de medias, y letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas ($\alpha=0.05$).

merciales (Tabla 6). Estos resultados en lotes comerciales permiten observar que no existen diferencias estadísticas significativas de rendimiento entre lotes fertilizados con N ó NPK, en suelos como los analizados donde se realizó el cultivo, a excepción de lotes en La Calera, en La Invernada y en Graneros.

Los análisis de hojas del lote comercial de la localidad de La Invernada indican un valor de 0.46% de P y 8% de K en muestras tomadas de la macroparcela fertilizada con NPK y 0.47% de P y 6.9% de K en las muestras tomadas de la macroparcela fertilizada con N. En este caso, la concentración de P no manifestó variaciones en la hoja y el K se incrementó 1.4% a favor de la parcela fertilizada con N-P-K. Las hojas del lote de La Calera contenían 0.42% de P y 5.7% de K en la parcela fertilizada con N-P-K y 0.35% de P y 6.7% de K en la parcela fertilizada con N. En este caso el P aumentó un 20% en la hoja y el K disminuyó un 17% en la parcela fertilizada con N-P-K. Un lote de la localidad de Graneros indica resultados significativamente diferentes a favor de la fertilización con N y, en este caso, el P en el suelo era de 62.4

mg/kg y el K de 1.43 meq/100 g de suelo.

La calidad comercial medida por el Índice de Grado se manifiesta con diferencias estadísticas significativas a favor de la fertilización con N, P y K como lo indica la media de la campaña 1999-2000. Sin embargo, si observamos las medias de las dos campañas, indican diferencias estadísticas no significativas, tanto para rendimiento como para calidad medida por el índice de grado y pesos obtenidos.

Los rendimientos de tabaco tienen una correlación positiva con el contenido de materia orgánica en lotes fertilizados con N y NPK, esto puede ser porque la materia orgánica es la gran reserva de N orgánico del suelo y el tabaco responde en mayor medida a este nutriente (Fig. 1).

La concentración de P y K en hojas presentó variaciones, las que podrían deberse a distintos factores como el contenido de P en el suelo, la fertilización con P, el pH y la temperatura del suelo entre otros. Los porcentajes de P para los tratamientos con N y NPK se ubicaron por encima del valor crítico de 0.22% y se correlacionaron positivamente con las concentraciones de P en el suelo

Tabla 6. Rendimientos, valor e Índice de Grado en parcelas de lotes comerciales.

| Productor | Tratamiento | Rendimiento | | Valor | | Índice de Grado | |
|--------------|-------------|-------------|---|---------|---|-----------------|---|
| | | (g/parcela) | | (\$/kg) | | | |
| DEL | N | 5676 | A | 5406 | A | 0.66 | B |
| La Invernada | NPK | 5710 | A | 6032 | A | 0.72 | A |
| GAR | N | 6146 | A | 6857 | A | 0.77 | A |
| El Porvenir | NPK | 6210 | A | 7109 | A | 0.79 | A |
| ALV | N | 5425 | A | 5246 | A | 0.67 | A |
| La Invernada | NPK | 5763 | A | 4993 | A | 0.60 | B |
| LEI | N | 4086 | A | 3388 | A | 0.57 | B |
| La Invernada | NPK | 4003 | A | 3611 | A | 0.62 | A |
| POB | N | 3958 | A | 3043 | A | 0.53 | A |
| La Invernada | NPK | 4501 | A | 3771 | A | 0.56 | A |
| RIS | N | 6000 | A | 4757 | A | 0.54 | B |
| Graneros | NPK | 5216 | B | 5082 | A | 0.67 | A |
| SIG | N | 5843 | A | 5219 | A | 0.61 | A |
| Los Pizarros | NPK | 5216 | A | 4567 | A | 0.59 | B |
| MEDIA | N | 5305 | A | 4845 | A | 0.62 | B |
| 1999-2000 | NPK | 5231 | A | 5024 | A | 0.65 | A |
| IBA | N | 4876 | B | 5013 | A | 0.76 | A |
| La Calera | NPK | 5236 | A | 5248 | A | 0.69 | A |
| GOM | N | 4596 | A | 4681 | A | 0.69 | A |
| La Invernada | NPK | 3880 | B | 3853 | B | 0.69 | A |
| GRA | N | 4353 | A | 4144 | A | 0.66 | A |
| La Invernada | NPK | 3800 | A | 3589 | A | 0.65 | A |
| IBA | N | 4611 | A | 4457 | A | 0.66 | A |
| La Invernada | NPK | 4946 | A | 4987 | A | 0.70 | A |
| LAZ | N | 5033 | A | 5381 | A | 0.73 | A |
| Los Pizarros | NPK | 5183 | A | 4667 | A | 0.62 | B |
| MAN | N | 4850 | A | 4358 | B | 0.62 | B |
| La Cocha | NPK | 5316 | A | 5664 | A | 0.73 | A |
| MEN | N | 4356 | A | 4188 | A | 0.66 | A |
| Marapa | NPK | 5400 | A | 5336 | A | 0.67 | A |
| MEDIA | N | 4668 | A | 4603 | A | 0.68 | A |
| 2000-2001 | NPK | 4823 | A | 4763 | A | 0.68 | A |
| MEDIA | N | 4986 | A | 4724 | A | 0.65 | A |
| 1999-2001 | NPK | 5027 | A | 4894 | A | 0.66 | A |

Los tratamientos que presentan la misma letra no muestran diferencias significativas.

($r=0.76$ y 0.74 , respectivamente).

Los porcentajes de K en hoja para los tratamientos N y NPK superaron el nivel crítico de 5% y no se correlacionaron significativamente con los niveles de K en el suelo ($r=-0.26$ y 0.41 para los tratamientos N y NPK, respectivamente).

Si bien el pH se encuentra dentro del rango óptimo para tabaco, valores superiores a 6 podrían producir una insolubilización del P y no manifestar un incremento en las hojas como indican las investigaciones citadas en

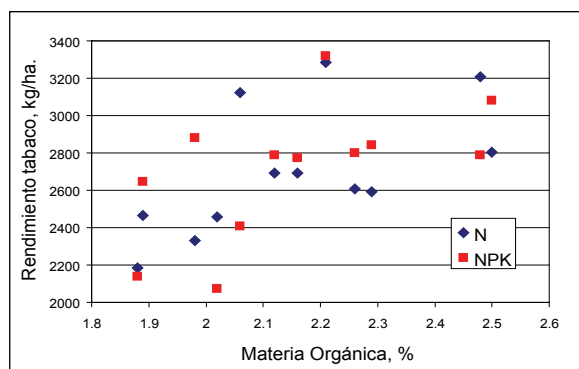


Fig. 1. Relación entre los rendimientos de tabaco Burley fertilizado con N o NPK y el porcentaje de materia orgánica del suelo. Coeficientes de correlación (r) de 0.65 para tratamientos N y de 0.59 para tratamientos NPK.

Tobacco Information (1985). Estas variaciones de P y K se encuentran dentro de los valores normales de estos nutrientes en la hoja de tabaco como lo indican en otros trabajos de investigación (Tobacco Information, 1985). Los porcentajes de alcaloides totales se encontraron dentro del rango deseado (2.6 - 4.6%) en todos los pisos foliares (bajeras, medianas, superiores y coronas), tanto en la fertilización con N como con NPK (Fig. 2); presentando menores porcentajes en las hojas de las plantas fertilizadas con N, lo que pro-

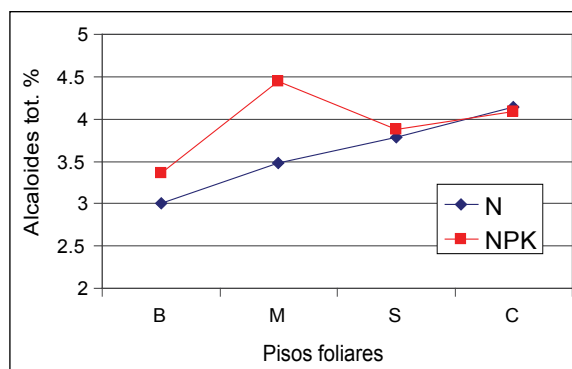


Fig. 2. Valores medios de alcaloides totales del total de macroparcelas para los distintos pisos foliares de la planta de tabaco Burley. B = bajeras, M = medianas, S = superiores y C = coronas. Los valores límites aceptables se encuentran entre 2.6 y 4.6%.

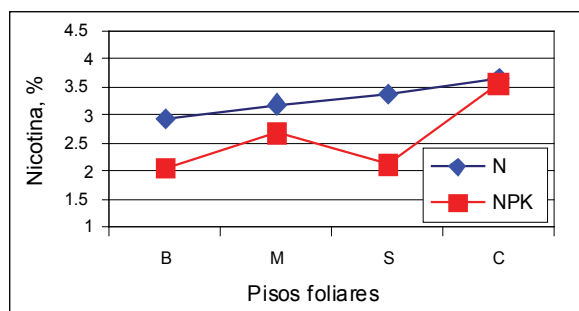


Fig. 3. Porcentajes de nicotina para los distintos pisos foliares de la planta de tabaco Burley B = bajeras, M = medianas, S = superiores y C = coronas. Los valores límites aceptables se encuentran entre 3.5 y 4.5%

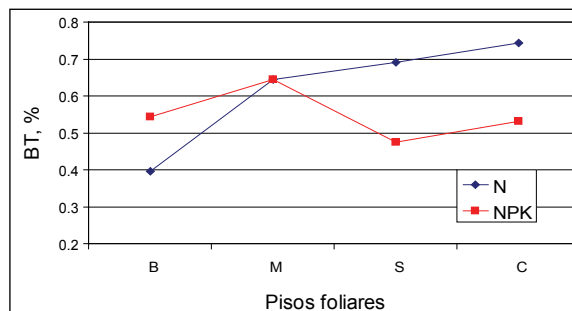


Fig. 4. Porcentajes de bases totales volátiles (BT) para los distintos pisos foliares de la planta de tabaco Burley: B = bajeras, M = medianas, S = superiores y C = coronas. Los valores límites aceptables se encuentran entre 0.4 y 0.8%

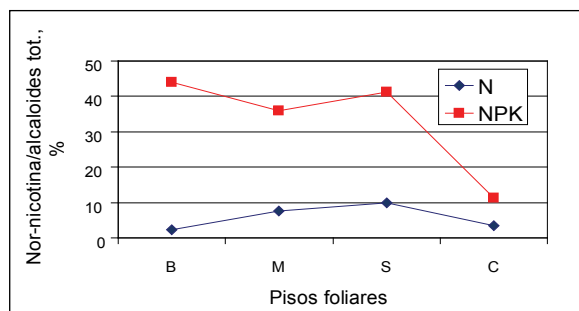


Fig. 5. Porcentajes de nornicotina sobre alcaloides totales para los distintos pisos foliares de la planta de tabaco Burley: B = bajeras, M = medianas, S = superiores y C = coronas. Son deseables porcentajes de nornicotina menores al 10% de alcaloides totales.

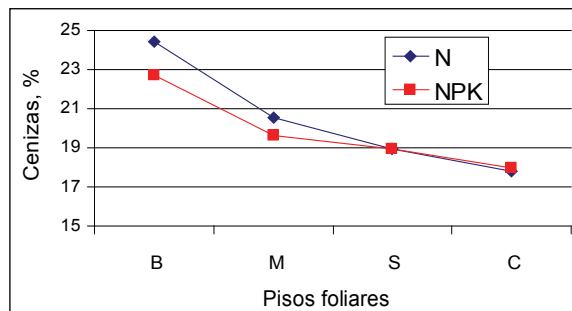


Fig. 6. Valores de cenizas para los distintos pisos foliares de la planta de tabaco Burley: B = bajeras, M = medianas, S = superiores y C = coronas. Los valores límites aceptables se encuentran entre 17 y 23%.

duce un menor efecto irritante y áspero en el acto de fumar. No obstante, los valores de nicotina, si bien se ubicaron dentro del rango aceptable (3.5 - 4.5%), las hojas de las parcelas fertilizadas con NPK presentaron valores menores ubicados en el límite inferior crítico, lo que podría producir un efecto insulso y desabrido en el acto de fumar (Fig. 3).

Las bases volátiles totales (BT) indican características de cuerpo, aroma y madurez del tabaco. Las concentraciones se ubicaron dentro del rango deseable (0.4 - 0.8%), con valores mayores en las hojas de plantas fertilizadas con N ubicadas en los pisos foliares superiores y coronas. No hubo diferencias entre tratamientos para las hojas de posición mediana; las hojas bajas de las plantas fertilizadas con NPK presentaron valores mayores a las fertilizadas con N solamente (Fig. 4). Proporciones de nornicotina mayores al 10% de alcaloides totales producen tabacos con características pobres en aroma. Las hojas de las plantas fertilizadas con N presentaron contenidos inferiores al 10% de alcaloides totales, lo que indica hojas de mejor sabor y aroma en el acto de fumar (Fig. 5).

El contenido de cenizas totales se ubicó dentro del rango deseable para tabaco tipo Burley (entre 17 y 23%), con pequeñas diferencias entre las hojas de las plantas fertilizadas con N ó NPK, observándose valores elevados en las hojas bajas de las plantas fertilizadas con N, lo que hace que tengan propiedades de rápida combustibilidad (Fig. 6).

Conclusiones

- Los suelos en los lotes en que se llevaron a cabo las experiencias tienen una concentración de P y K de 49.9 mg/kg y 1.23 meq/100 g de suelo, respectivamente, considerándose niveles óptimos para el desarrollo del cultivo de tabaco Burley. Es decir que se trata de suelos bien provistos de estos nutrientes, lo que nos impide establecer niveles críticos de P y K para los cuales sería prioritario fertilizar con estos nutrientes.
- Según los resultados analizados en estas condiciones, los rendimientos y la calidad del tabaco tipo Burley se incrementaron cuando se fertilizó con N. Se pudo lograr incrementos del rendimiento y de la calidad del tabaco sin llegar a diferencias estadísticamente significativas cuando se fertilizó con NP, NK y NPK, asumiendo un mayor riesgo.
- La fertilización del tabaco tipo Burley con N, NP, NK y NPK tuvo significancia económica, pues el impacto del fertilizante sobre el rendimiento fue mayor que el precio del mismo.
- La fertilización con NPK (Tratamiento 18) manifestó una menor dispersión del Índice de Valor Agronómico en los años del estudio, lo que indica una mayor posibilidad de lograr el incremento observado con este tratamiento.
- La concentración de P y K en la hoja "curada" estuvo por arriba del nivel crítico en todos los suelos del estudio, independientemente se hayan fertilizado con N ó NPK.
- Hubo una correlación positiva entre el contenido

de materia orgánica de los suelos y el rendimiento del tabaco independientemente se hayan fertilizado con N ó NPK: a mayor contenido de materia orgánica, mayor rendimiento por hectárea.

- Los valores de alcaloides totales, nicotina, bases volátiles totales y cenizas en las hojas de tabaco Burley se encontraron dentro de los rangos aceptables, tanto las fertilizadas con N como las fertilizadas con NPK.
- Los valores de nornicotina en la hoja se encontraron por debajo del 10% de alcaloides totales en todos los pisos foliares en los lotes fertilizados con N.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de la Sección Economía Agrícola de la EE Obispo Colombes.

Bibliografía citada

- Andersson G. H.** 1996. Ensayo de Eficacia de Fertilización Fosforada en Tabaco Burley. Convenio Cooperativa de Misiones Ltda. y Vinexport S.A.. Misiones.
- Andersson G.H. y R.R. Rodriguez.** 1995. Ensayos de Fertilización en Tabaco Burley. Convenio Cooperativa de Misiones Ltda. y Vinexport S.A. Misiones.
- Aso P.J., M. Casanova, A. Villares.** 1992. La Fertilización del Tabaco Burley. Avance Agroindustrial Año 13, N°50.
- Aso P.J. y K. Girginer.** 1979. Experiencias de Fertilización en Tabaco Burley. V Reunión Técnica Nacional de Tabaco. Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombes". Tucumán-Argentina.
- Choteau J. y D. Fauconnier.** 1993. Fertilizando para Alta Calidad y Rendimiento Tabaco. Traducción R. Melgar. IPI Boletín 11. 14-15p Instituto Internacional de la Potasa. Basilea, Suiza.
- de Montero F. y García de Valdivia.** 1942. Tabacos Oscuros y Tabacos Claros en España. Ministerio de Agricultura. Sección de Publicaciones, Prensa y Propaganda. Graficas Uguina.- Meléndez Valdés 7. Madrid.
- Figueroa M.** 1997. Tabaco. La Importancia de la Calidad. Fertilizar N°9. 20-23p.
- Furney T.A.** 1984. Plan Fertilization Program with Care. Burley Tobacco Update and Calendar for 1984. 28-31p. EE.UU.
- Hicks D.R., R.M. Vanden Heuvel y Z.Q. Fore.** 1997. Analysis and practical use of information from on-farm strip trials. Better Crops 81:18-21.
- Márquez Jiménez.** 1977. Recopilación sobre la relación contenido potásico/calidad del tabaco. Instituto Tecnológico del Tabaco. Ministerio de Agricultura. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie: Tecnología Agraria. Separata núm. 10. Núm.4.
- Parks W.L., B.C. Nichols, R.L. Davis, E.J. Chapman y J.H. Felts.** 1963. Response of Burley Tobacco to Irrigation and Nitrogen. The University of Tennessee Agricultural Experiment Station Knoxville in cooperation with Crops Reserch Division Agricultural Reserch Service U.S. Department of Agriculture. Bulletin 368.
- Tobacco Handbook.** 1981. Tobacco Fertilization. University of Kentucky – College of Agriculture- Cooperative Extension Service. Pp. 14-21. EE.UU.
- Tobacco Information.** 1985. Fertilization. Pp. 16-34. The North Carolina Agricultural Extension Service. EE.UU. ■